



(11) **EP 0 704 825 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.04.1996 Patentblatt 1996/14

(51) Int Cl.⁶: **G07F 3/02, G07D 5/02,
G07D 5/08**

(21) Anmeldenummer: **95810150.3**

(22) Anmeldetag: **08.03.1995**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

(71) Anmelder: **Landis & Gyr Technology Innovation
AG
CH-6301 Zug (CH)**

(30) Priorität: **21.09.1994 EP 94810544
08.02.1995 CH 350/95**

(72) Erfinder: **Seitz, Thomas
CH-1202 Genève (CH)**

(54) **Einrichtung zur Prüfung der Echtheit von Münzen, Jetons oder anderen flachen metallischen Gegenständen**

(57) Eine Einrichtung zur Prüfung der Echtheit von Münzen (M), Jetons oder anderen flachen metallischen Gegenständen enthält einen Münzkanal (1) mit einer unteren (4) und einer oberen (5) Seitenwand. Eine Münze (M) bewegt sich auf der unteren Seitenwand (4) aufliegend entlang des Münzkanals (1) vorbei an einem ersten und einem zweiten induktiven Sensor (2, 3). Die beiden induktiven Sensoren sind entweder eine Spule (2, 3) oder eine Spule und ein metallisches Plättchen (2, 6; 3, 7), wobei die erste Spule (2) an der unteren Seitenwand (4) und die zweite Spule (3) an der oberen Seitenwand (5) angebracht ist. Die beiden Spulen (2, 3) sind elektrisch unabhängig betreibbar. Die Spulen (2, 3) sind mit Vorteil elektrisch in einem Serieneresonanzkreis (RLC) angeordnet. Beim Durchgang der Münze M wird der Verlauf der in jeder Spule (2, 3) induzierten Widerstandsänderung gemessen, analysiert und daraus die Legierungszusammensetzung und die Dicke d der Münze M bestimmt.

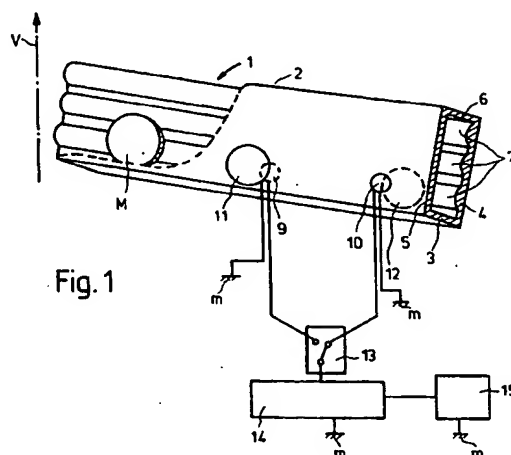


Fig. 1

EP 0 704 825 A1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zur Prüfung der Echtheit von Münzen, Jetons oder anderen flachen metallischen Gegenständen der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Art.

Solche Einrichtungen eignen sich beispielsweise als Kassierstationen in öffentlichen Telefonstationen, Verkaufsautomaten, Zählern von Energie etc.

Eine Einrichtung zur Prüfung der Echtheit von Münzen der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Art ist bekannt aus der EP 304 535 B1. Die Einrichtung weist drei unabhängig voneinander arbeitende induktive Sensoren zur Bestimmung der Dicke, der Legierungszusammensetzung und des Durchmessers der zu prüfenden Münze auf. Diese induktiven Sensoren sind als Doppelspulen ausgebildet, die beidseitig des Münzkanals angeordnet und elektrisch parallel oder in Reihe geschaltet sind, so dass Messstreuungen infolge Hüpfens oder Springens der Münze im Münzkanal teilweise ausgeglichen werden können, wobei unter Hüpfen und Springen ein Abheben vom Boden des Münzkanals oder eine Veränderung der Lage bezüglich der Seitenwände des Münzkanals gemeint ist. Die Verwendung von Doppelspulen bringt jedoch den Nachteil mit sich, dass die Legierungszusammensetzung und die Dicke der Münze nicht unabhängig voneinander bestimmt werden können. Die induktiven Sensoren sind je Teil eines Parallelresonanzkreises, bei dem die durch die Münze hervorgerufene Verschiebung der Resonanzfrequenz sowie die veränderte Güte gemessen werden. Die gemessenen Änderungen dieser Parameter dienen als Entscheidungskriterien für die Annahme oder Zurückweisung der Münze. Es ist auch vorgesehen, einen für die Bestimmung der Legierungszusammensetzung dienenden induktiven Sensor als einfache Spule auszubilden, die nur auf einer Seite des Münzkanals angebracht ist.

Aus der GB 1 397 083 ist ein Münzdetektor mit induktiven Sensoren bekannt, die mit Frequenzen von 3 kHz bis 1 MHz betrieben werden. Die induktiven Sensoren sind in Resonanzkreisen und in Brückenschaltungen angeordnet. Zur Charakterisierung der Münze dient die Resonanzfrequenz bei Anwesenheit der Münze.

Aus der GB 2 266 804 wie auch aus der DE-U1 G 90 13 836.8 ist die Verwendung Energie absorbierender Elemente bekannt, um ein Rollen ohne Hüpfen oder Springen der Münze im Bereich der Sensoren zu erreichen. Solche Energie absorbierende Elemente sind bevorzugt Plättchen aus Keramik, die im Münzkanal so angeordnet sind, dass jede in die Münzeinlassöffnung eingeworfene Münze darauf prallt.

Aus der DE 30 07 484 ist es bekannt, die untere Seitenwand eines gegenüber der Vertikalen um einen vorbestimmten Winkel geneigten Münzkanals entlang der Laufrichtung der Münze mit als Führungsschienen bezeichneten Rippen auszubilden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur Prüfung der Echtheit von Münzen zu schaf-

fen, bei der die Legierungszusammensetzung und die Dicke der Münze unabhängig voneinander bestimmbar sind, bei der ein Hüpfen oder Springen der Münze erstens möglichst ausgeschlossen ist und zweitens ein verbleibendes Hüpfen oder Springen zu einer möglichst geringen Messstreuung führt.

Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäss gelöst durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 9.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert, wobei unter dem Begriff der Münze M im folgenden auch Jetons oder andere flache metallische Gegenstände zu verstehen sind.

Es zeigen:

- 15 Fig. 1 einen Münzkanal einer Prüfeinrichtung,
- Fig. 2 den Münzkanal im Querschnitt,
- 20 Fig. 3, 4 Messwertdiagramme,
- Fig. 5 ein Sensorsignal und
- 25 Fig. 6 eine elektronische Schaltung.

Die Fig. 1 zeigt eine Einrichtung zur Prüfung der Echtheit von Münzen, Jetons oder anderen metallischen Gegenständen mit einem Münzkanal 1, der bevorzugt als Ausnehmung in einem Körper 2 aus zwei Kunststoffteilen ausgebildet ist. Der Münzkanal 1 wird begrenzt durch den Boden 3, eine untere und eine obere Seitenwand 4 bzw. 5 und eine Decke 6. Die untere Seitenwand 4 ist mit angeformten Rippen 7 versehen, die in Laufrichtung der Münze M ausgebildet sind. Der Münzkanal 1 ist in Laufrichtung einer zu prüfenden Münze M geneigt und die beiden Seitenwände 4 und 5 sind gegenüber der Vertikalen V um einen spitzen Winkel von typischerweise 10° geneigt, so dass die zu prüfende Münze M auf dem Boden 3 entlang des Münzkanals 1 hinabrollt oder hinabgleitet und dabei mit einer Seitenfläche auf den Rippen 7 der unteren Seitenwand 4 idealerweise flach aufliegt. Die Seitenwände 4 und 5 weisen je auf der dem Münzkanal 1 abgewandten Seite Ausnehmungen zur Aufnahme von versetzt angeordneten Spulen 9 bzw. 10 und, fakultativ, metallischen Plättchen 11, 12 auf. Die Spule 9 und das Plättchen 12 befinden sich an der unteren Seitenwand 4, weshalb sie gestrichelt gezeichnet sind. Die Ausnehmungen sind der Übersichtlichkeit wegen nur in der Fig. 2 dargestellt. Die Plättchen 11 und 12 sind den Spulen 9 bzw. 10 gegenüberliegend angebracht. Sie sind vorzugsweise rund oder viereckig, können aber auch eine beliebige andere geometrische Form aufweisen. Je eine Spule 9, 10 und gegebenenfalls das in der gegenüberliegenden Seitenwand 5 oder 4 angeordnete metallische Plättchen 11 bzw. 12 bilden einen induktiven Sensor. Die beiden Spulen 9 und 10 weisen zwei Anschlüsse auf, von denen jeweils einer auf einen

gemeinsamen elektrischen Masseanschluss m, der andere auf einen Schalter 13 geführt ist, so dass sie für einen elektrisch voneinander unabhängigen Betrieb mit einer elektronischen Schaltung 14 verbindbar sind. Die Einrichtung enthält weiter eine Steuer- und Auswerteeinheit 15 beispielsweise in Gestalt eines Mikroprozessors zur Auswertung des von der elektronischen Schaltung 14 gelieferten Ausgangssignals und zur Steuerung der Einrichtung. Die Schaltung 14 und der Mikroprozessor 15 sind dahingehend ausgebildet, aus den mit den Spulen 9 und 10 gemessenen Signalen diskrete Werte abzuleiten, die ein Mass für die Legierung bzw. die Dicke d der Münze M sind. Die Münze M wird nur dann als echt betrachtet und von der Prüfeinrichtung angenommen, falls diese Werte innerhalb vorgegebener Toleranzen mit vorbestimmten Werten übereinstimmen, andernfalls wird sie zurückgewiesen.

Die Fig. 2 zeigt den Münzkanal 1 im Querschnitt auf der Höhe der Spule 10. Die Rippen 7 sind in einem gegenseitigen Abstand a angeordnet, der vorzugsweise $a = 7.25 \text{ mm}$ beträgt. Die Form ihrer dem Münzkanal 1 zugewandten Oberfläche ist zylinderförmig, wobei deren Krümmungsradius R von vergleichbarer Grösse ist wie der Abstand a: $R \approx a$. Bevorzugt ist ein etwas grösserer Wert von $R = 8 \text{ mm}$. Die Rippen 7 sind natürlicherweise getrennt durch Vertiefungen 16, deren Tiefe etwa 0.5 mm beträgt. Die Vertiefungen 16 weisen im Bereich der grössten Tiefe zwischen den Rippen 7 eine flache Fläche 17 auf, so dass die Seitenwand 4 im Bereich der Ausnehmungen 8 eine minimale Wandstärke aufweist, die nur aufgrund der Materialeigenschaften des Körpers 2 und der durch die Münzen M zu erwartenden mechanischen Belastungen, jedoch unabhängig vom Krümmungsradius R und vom Abstand a festlegbar ist. Vorzugsweise ist eine minimale Wandstärke von 0.6 mm vorgesehen, so dass die in der Ausnehmung 8 in der unteren Seitenwand 4 angebrachte Spule 9 einen festen Abstand von 1.1 mm zu einer auf ideale Weise vorbeirrollenden Münze M aufweist. Die Rippen 7 sind auch dazu da, um ein unerwünschtes Haften oder sogar Verkleben einer nassen Münze zu verhindern.

Die Ausbildung der Rippen 7 als zylinderförmige Flächen mit einem vergleichsweise grossen Krümmungsradius R ergibt eine grössere Kontaktfläche zwischen der unteren Seitenwand 4 und der Münze M als dies bei Rippen nach dem Stand der Technik der Fall ist. Dies führt dazu, dass ein gegen die untere Seitenwand 4 gerichtete Stoss einer Münze M, die noch nicht ideal flach aufliegt, mit einer relativ hohen Dämpfung verbunden ist, so dass ein Hüpfen und Springen der Münze M im Bereich der Spulen 9 und 10 nurmehr selten auftritt, selbst dann, wenn die Münze Beschädigungen wie Kratzer oder Zacken aufweist. Inwieweit das Hüpfen und Springen der Münze M auch mit Rippen 7 erreicht werden kann, deren Krümmungsradius R kleiner als der Abstand a ist, und beispielsweise nur $a/2$ beträgt, ist mittels Versuchen leicht ermittelbar. Auch muss die Form nicht genau die eines Zylinders sein.

Die hohe Dämpfung der gegen die untere Seitenwand 4 prallenden Münze M hat auch wesentlich geringere Geräuschemissionen zur Folge als bei herkömmlicher Ausbildung der Rippen 7.

Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist in der unteren Seitenwand 4 im Bereich der Spulen 9 und 10 anstelle der Rippen 7 ein Plättchen parallel zur Seitenwand 4 lose befestigt. Das Plättchen weist eine gegenüber den Massen der zu prüfenden Münzen eine vergleichsweise geringe Masse auf und besteht z.B. aus Metall oder aus Keramik. Es dient dazu, gegebenenfalls bei einem Aufprall der Münze auf dem Plättchen die Energie der springenden Münze M zu absorbieren und dadurch das Springen der Münze M zu dämpfen.

Gemäss einer Weiterbildung der Erfindung sind neben den mechanischen Vorkehrungen zur Verhinderung des Hüpfens und/oder Springens der Münze M auch messtechnische Verbesserungen vorgesehen, die den Einfluss eines allfällig übrigbleibenden Hüpfens oder Springens auf die Messung der wichtigen Grössen Legierungszusammensetzung und Dicke der Münze M weiter verkleinern.

Soweit die Überlegungen sowohl für die Spule 9 wie für die Spule 10 gelten, steht im folgenden der Einfachheit halber das Bezugszeichen S anstelle der Bezugszeichen 9 und 10. Mit einer Spule S ist also eine der Spulen 9 oder 10 gemeint. Die Spule S ist elektrisch charakterisiert durch ihre Induktivität L_S und ihren ohmschen Innenwiderstand R_S . Sie stellt einen induktiven Sensor dar. Die oben erwähnte Kombination der Spule S mit einem der Plättchen 11 bzw. 12 stellt einen weiteren induktiven Sensor dar. Bei der Passage der Münze M an der Spule S vorbei ändern die Werte L_S und R_S kurzzeitig aufgrund von physikalischen Wechselwirkungen zwischen der Spule S und der Münze M. Der Innenwiderstand R_S enthält einen statischen Anteil $R_{S,DC}$ und einen dynamischen Anteil $R_{S,AC}(\omega)$, der von der Kreisfrequenz ω des durch die Spule S fliessenden Stromes, von den physikalischen Eigenschaften der Münze M, von der Geometrie der Spule S und, insbesondere, vom Abstand zwischen der Spule S und der Münze M abhängt. Sobald die Münze M beim Rollen entlang des Münzkanals 1 in den Messbereich der Spule S gelangt, nimmt deren Innenwiderstand R_S zu. Der typische zeitliche Verlauf des Innenwiderstand R_S ist in der Fig. 5 dargestellt. Um einen Einfluss des Durchmessers der Münze M auf die Messungen der Dicke d und der Legierungszusammensetzung zu vermeiden, ist der Durchmesser der Spule S kleiner als der Durchmesser der kleinsten zu messenden Münze M gewählt und ist die Spule S auf der Seitenwand 4 oder 5 des Münzkanals 1 in einer entsprechenden Höhe angeordnet, so dass also die kleinste zu prüfende Münze M die Spule S während des Durchganges kurzzeitig vollständig abdeckt. Der Durchmesser der Spule S beträgt z.B. 14 mm. Der Widerstand der Zuleitungsdrähte ist vergleichsweise gering. Als Spulen 9 und 10 eignen sich besonders gewickelte Spulen mit einem Ferritkern. Die Ausführung der Spulen 9 und 10 als auf nur

jeweils einer Seite des Münzkanals 1 angeordnete Einfachspulen und deren vollständige elektrische Trennung vermeidet den mit Doppelspulen verbundenen Empfindlichkeitsverlust.

Die elektronische Schaltung 14 betreibt die Spule S in einem Serieresonanzkreis und liefert an ihrem Ausgang ein analoges Signal, das proportional zum Innenwiderstand R_S der Spule S ist. Beim Durchgang einer Münze M durch den Messbereich der Spule S wird der zeitliche Verlauf dieses Ausgangssignals vom Mikroprozessor 15 mittels eines Analog/Digitalwandlers als eine Folge f1 digitaler Werte erfasst und gespeichert. Anschliessend führt der Mikroprozessor 15 eine detaillierte Analyse durch, die nachfolgend erläutert wird, deren Ergebnis zwei Werte, z.B. die nachfolgend beschriebenen Werte K_1 und K_2 , sind, die zur Entscheidung über die Annahme oder Zurückweisung der Münze M dienen.

Die Spule 9 befindet sich an der unteren Seitenwand 4, an der sich die Münze M aufliegend entlangbewegt, so dass der Abstand zwischen der Spule 9 und der Seitenfläche der Münze M fest vorgegeben ist und z.B. 1.1 mm beträgt. Die Münze M ist materialmässig entweder aus einer einzigen Legierung oder aus mehreren Legierungen gefertigt. Der bei Anwesenheit der Münze M gemessene Innenwiderstand R_9 der Spule 9 hängt bei geeigneter Wahl der Frequenz ω des durch die Spule 9 fliessenden Stromes annähernd ausschliesslich vom Material der Münze M ab. Die Fig. 3 zeigt den Innenwiderstand R_9 in Funktion der Dicke d der Münze M für aus verschiedenen Legierungen L1, L2 und L3 hergestellte Münzen, wobei sich die Münze M bei der Messung in symmetrischer Lage ruhend vor der Spule 9 befand. Daraus ist ersichtlich, dass der Innenwiderstand R_9 praktisch unabhängig von der Dicke d ist. Mit der Spule 9 ist somit eine wichtige erste charakteristische Grösse der Münze M, die fast ausschliesslich von deren Legierung oder Legierungszusammensetzung abhängt, auf einfache Weise bestimmbar.

Der Abstand zwischen der Spule 10 und der Münze M ist abhängig von deren Dicke d. Bei der Spule 10 hängt der Innenwiderstand R_{10} somit nicht nur vom Material der Münze M ab, sondern auch von deren Dicke d. Wie die Fig. 4 zeigt, ist die Abhängigkeit von der Dicke d im interessierenden Bereich für alle gezeigten Legierungen L1, L2 und L3 annähernd linear. Falls die Legierung der Münze M bekannt ist, ist die Dicke d der Münze M eindeutig bestimmbar.

Die Verwendung der beiden Spulen 9 und 10 mit oder ohne Plättchen 11 und 12 als einfache Spulen, die nur je an einer Seitenwand 4 bzw. 5 angeordnet sind, erlaubt im Gegensatz zur Verwendung von sogenannten Doppelspulen, die je beidseitig des Münzkanals 1 angeordnet und elektrisch parallel oder in Reihe geschaltet sind, die voneinander völlig unabhängige Bestimmung von zwei Parametern der Münze M, die die Münze M aufgrund ihrer Legierung bzw. Legierungszusammensetzung oder Dicke charakterisieren.

Die Fig. 5 zeigt den zeitlichen Verlauf des Ausgangs-

signals der elektronischen Schaltung 14 für drei Münzen des gleichen Typs. Die Münzen kommen zum Zeitpunkt t_1 in den Messbereich der ersten Spule 9, den sie etwa zum Zeitpunkt t_2 wieder verlassen. Zum Zeitpunkt t_3 geraten sie in den Messbereich der zweiten Spule 10, den sie etwa zum Zeitpunkt t_4 verlassen. Das Ausgangssignal der Spule 9 weist zwei Maxima M1 und M2 mit Werten U1 bzw. U2 auf, das Ausgangssignal der Spule 10 zwei Maxima m1 und m2 mit Werten v1 bzw. v2. Die ausgezogene Linie stellt das Ausgangssignal einer Münze M dar, die ohne Hüpfen oder Springen den Münzkanal 1 (Fig. 1) hinabrollt und dabei auf den Rippen 7 flach aufliegt. In diesem Fall sind die Messwerte U1 und U2 wie auch die Werte v1 und v2 gleich: $U1=U2$, $v1=v2$. Die strichpunktierte Linie zeigt das Ausgangssignal einer Münze M, die im Messbereich der ersten Spule 9 hüpfte oder sprang: die Werte U1 und U2 sind verschieden. Die gestrichelte Linie zeigt das Ausgangssignal einer Münze M, die im Messbereich der zweiten Spule 10 hüpfte oder sprang: die Werte v1 und v2 sind verschieden. Versuche haben gezeigt, dass wenigstens einer der Werte U1 oder U2 bzw. v1 oder v2 relativ stabil ist, d.h. eine geringe Streuung aufweist, wohingegen das zwischen den entsprechenden Maxima liegende Minimum einer grösseren Streuung unterliegt. Im Fall der ersten Spule 9 entspricht der Wert des grösseren der beiden Maxima dem kleinsten Abstand zwischen der Spule 9 und der Münze M, da dann die Bedämpfung der Spule 9 am stärksten ist. Bei dem in der Fig. 5 gezeigten Beispiel ist dies für beide Linien das zweite Maximum M2 mit dem Wert U2, welches auch das stabilere der beiden Maxima ist. Der Mikroprozessor 15 ist deshalb dahingehend programmiert, bei der ersten Spule 9 den grössten Wert des Ausgangssignals zu bestimmen und als Wert K_1 zu speichern. Die Bedämpfung der zweiten Spule 10 ist kleiner, je grösser der Abstand zwischen der Spule 10 und der Münze M ist. Der Mikroprozessor 15 ist deshalb dahingehend programmiert, bei der zweiten Spule 10 die Werte v1 und v2 der beiden Maxima m1 und m2 zu bestimmen und den kleineren der beiden Werte v1 und v2 als Wert K_2 zu speichern: $K_2 = \min(v1, v2)$. Im Beispiel in der Fig. 5 entspricht diesem Fall das Maximum m2.

Diese beschriebene Analyse der Ausgangssignale führt der Mikroprozessor 15 auf an sich bekannte Weise durch. Um Rauscheffekte auszugleichen und die Streuung der zu ermittelnden Werte K_1 und K_2 zu verkleinern, ist es vorteilhaft, die Folge f1 in eine Folge f2 umzuwandeln, wobei jeder Wert der Folge f2 der über z.B. zehn aufeinanderfolgende Werte der Folge f1 gemittelte gleichende Mittelwert ist. Die Bestimmung des grössten Wertes des Ausgangssignals der ersten Spule 9 kann durch numerische Vergleiche, die Bestimmung der Maxima m1 und m2 kann durch Bildung der ersten und zweiten Ableitung der Folge f2 erfolgen.

Um Einflüsse weiterer physikalischer Faktoren wie Temperatur, Feuchtigkeit, etc. auf das Messergebnis möglichst auszuschliessen, ist es vorteilhaft, dass der Mikroprozessor 15 relative Werte $P_1 = r_1/K_1$ und

$P_2 = r_2 / K_2$ bildet, wobei die Grössen r_1 und r_2 Bezugswiderstände darstellen, die gleich dem Innenwiderstand R_9 der Spule 9 bzw. R_{10} der Spule 10 bei Abwesenheit der Münze M sind. Die Bezugswiderstände r_1 und r_2 werden mit Vorteil jedesmal unmittelbar vor oder nach der Passage der Münze M bestimmt.

Jede Münze M hat bekanntlich zwei unterschiedlich geprägte Seiten, welche im deutschen Sprachgebrauch mit Kopf und Zahl bezeichnet werden. Diese unsymmetrische Prägung der Münze M führt dazu, dass die bei der Münze M bestimmten charakteristischen Grössen K_1 und K_2 davon abhängen, mit welcher Seite die Münze M auf der Seitenwand 4 aufliegt. Die bei einer bestimmten Münzensorte vorhandene Streuung der Grössen K_1 und K_2 wird durch diesen Effekt zusätzlich vergrössert. Der Streubereich der Grösse K_1 bleibt jedoch hinreichend klein, um die Legierung der Münze M eindeutig bestimmen zu können. Hingegen wird die Messung der Dicke d durch diesen Effekt in einem Ausmass gestört, das die Beurteilung der Echtheit der Münze M und/oder die Bestimmung ihres Wertes erschwert, da sich aus gleichen Legierungen hergestellte Münzen unterschiedlichen Wertes in der Dicke oftmals nur sehr wenig unterscheiden. Mit einer weiteren Massnahme, die nun beschrieben wird, ist die Wirkung dieses Effektes auf die Bestimmung der Dicke d reduzierbar. Bei einer Münze M ohne Prägung ergeben die Messungen der Spulen 9 und 10 z.B. einen Wert K_1 und einen Wert K_2 . Weist die Münze M eine unsymmetrische Prägung auf und ist deren Kopfseite der Spule 9 zugewandt, ergeben die Messungen leicht geänderte Werte $K_1 + \delta r_1$ und $K_2 - \delta r_2$. Eine Zunahme der Grösse K_1 führt zu einer Abnahme der Grösse K_2 , da eine Verkleinerung des Abstandes zwischen der Spule 9 und der Münze M eine Vergrösserung des Abstandes zwischen der Münze M und der Spule 10 zur Folge hat. Wegen der Linearität der Grössen K_1 und K_2 in Funktion des Abstandes der Münze M von der entsprechenden Spule gilt bei Verwendung gleichartiger Spulen 9 und 10 und Verwendung der gleichen Frequenz ω zur Erregung der Spulen 9 und 10: $\delta r_1 = \delta r_2 = \delta r$. Falls bei der gleichen Münze M die Zahlseite der Spule 10 zugewandt ist, ergeben die Messungen hingegen Werte $K_1 - \delta r$ und $K_2 + \delta r$. Als Mass für die Dicke d der Münze M und damit als Entscheidungskriterium für die Annahme oder Zurückweisung der Münze M dient somit mit Vorteil die Summe $H_2 = K_1 + K_2$ oder die Summe $I_2 = P_1 + P_2$. Die Summen H_2 und I_2 sind unabhängig davon, welche Seite der Münze M der Seitenwand 4 zugewandt ist, da sich die Werte $-\delta r$ und $+\delta r$ aufheben.

Die Fig. 3 zeigt, dass sich die Messwerte K_1 für verschiedene Legierungen deutlich unterscheiden. Die Legierung der Münze M ist somit vergleichsweise einfach bestimmbar, d.h. die Toleranzwerte, die angeben, ob die Münze M aufgrund ihrer gemessenen Legierung angenommen oder zurückgewiesen wird, können relativ gross eingestellt sein. Je enger die Toleranzgrenzen für die Grössen K_2 oder P_2 oder H_2 oder I_2 eingestellt sind, desto mehr Münzen M sind aufgrund ihrer Dicke d zu-

verlässig unterscheidbar. Die Verhinderung des Hüpfens oder Springens der Münzen im Bereich der induktiven Sensoren durch die neuartig ausgebildeten Rippen 7 in Kombination mit der beschriebenen, detaillierten Signalanalyse ermöglicht nun die Einstellung sehr enger Toleranzwerte für die Grössen K_2 oder P_2 oder H_2 oder I_2 .

Die Fig. 6 zeigt eine vorteilhafte elektronische Schaltung 14 mit einem Seriersonanzkreis RLC zur getrennten Erfassung der Änderung des ohmschen Widerstandes R_S und der Induktivität L_S einer Spule S. Ausgangspunkt ist die Erkenntnis, dass der aus der Spule S und einem kapazitiven Element C gebildete Seriersonanzkreis RLC im Resonanzfall eine rein ohmsche Impedanz Z_S darstellt, die gleich dem Widerstand R_S der Spule S ist. Im Gegensatz dazu verhält sich ein Parallelresonanzkreis im Resonanzfall, bei dem die Spule S und das kapazitive Element C parallel geschaltet sind, wie eine Impedanz

$$Z_P = j \frac{C \cdot R_S}{L_S},$$

die vom Verhältnis des Widerstandes R_S zur Induktivität L_S der Spule S abhängt (j bezeichnet die imaginäre Einheit). Die Resonanzfrequenz $\omega_0(L_S)$ des Seriersonanzkreises RLC ist gegeben durch

$$\omega_0(L_S) = \frac{1}{\sqrt{L_S \cdot C}}.$$

Die elektronische Schaltung 14 weist einen Differenzverstärker 18 mit einem invertierenden Eingang 19 und einem nicht invertierenden Eingang 20, einen Widerstand 21, eine zweistufige Verstärkerschaltung 22 und einen Amplitudendetektor 23 auf. Der Seriersonanzkreis RLC besteht aus der Spule S und einem kapazitiven Element C, die in Reihe geschaltet sind, und ist mit dem einen Anschluss mit Masse m und mit dem anderen Anschluss mit dem invertierenden Eingang 19 des Differenzverstärkers 18 verbunden. Der Ausgang des Differenzverstärkers 18 ist über den Widerstand 21 auf den invertierenden Eingang 19 und über die Verstärkerschaltung 22 auf den nicht invertierenden Eingang 20 rückgekoppelt.

Die Verstärkerschaltung 22 hat die Aufgaben, erstens den Seriersonanzkreis RLC beim Einschalten der Schaltung 14 zum Schwingen zu bringen und zweitens eine amplitudenstabilisierte Spannung $U_3(t)$ zur Erregung des Seriersonanzkreises RLC zur Verfügung zu stellen. Diese Aufgabe ist realisiert durch zwei in Reihe geschaltete Inverter 24 und 25 und einen nachgeschalteten Spannungsteiler 26. Dem Eingang der Inverter 24 und 25 ist je ein Kondensator 27 bzw. 28 vorgeschaltet und der Ausgang der Inverter 24 und 25 ist über je einen Widerstand 29 bzw. 30 auf den Eingang rückgekoppelt. Die Kondensatoren 27 und 28 dienen der gleichstrommässigen DC-Abkopplung. Die Widerstände 29 und 30 bestimmen den DC-Arbeitspunkt der Inverter 24 bzw. 25. Beim Einschalten der Schaltung 14 verhält sich die Verstärkerschaltung 22 wie ein linearer Wechselspan-

nungsverstärker, so dass wegen der positiven Rückkopplung der Ausgangsspannung $U_1(t)$ des Differenzverstärkers 18 auf dessen Eingang 20 der Seriersonanzkreis RLC zu schwingen beginnt. Die Verstärkung des Eingangssignals $U_1(t)$ ist so hoch gewählt, dass daraufhin der zweite Inverter 25 immer in Sättigung gebracht wird, so dass an seinem Ausgang eine rechteckförmige Spannung $U_2(t)$ vorhanden ist, deren zwei Spannungspegel dem positiven und dem negativen Spannungspegel entsprechen, mit denen die ganze elektronische Schaltung 14 in an sich bekannter Weise bezüglich der Masse m bipolar gespeist ist. Mit Hilfe des ohmschen, gegen Masse m führenden Spannungsteilers 26 wird der Pegel der Spannung $U_2(t)$ verkleinert. Am Ausgang der Verstärkerschaltung 22 und damit am Eingang 20 des Differenzverstärkers 18 ist somit eine rechteckförmige Spannung $U_3(t)$ vorhanden, die in Phase mit der Spannung $U_1(t)$ ist, deren Amplitude jedoch unabhängig von der Amplitude der Spannung $U_1(t)$ ist. Der Spannungsteiler 26 weist zwei Widerstände 31 und 32 auf, wobei der Widerstand 31 von der Grössenordnung des Widerstandes R_S der Spule S ist. Der Widerstand 32 ist so bemessen, dass der Pegel der Spannung $U_3(t)$ einige zehn bis hundert Millivolt beträgt. Der Amplitudendetektor 23 dient der Messung der Amplitude der Spannung $U_1(t)$ und der Weitergabe an den Mikroprozessor 15 in geeigneter Form.

Bei der Passage der Münze M an der Spule S vorbei ändert sich gegebenenfalls mit der Veränderung der Induktivität L_S die Resonanzfrequenz $\omega_0(L_S)$. Die beschriebene Schaltung 14 arbeitet so, dass der Seriersonanzkreis RLC mit einer Frequenz ω schwingt, die immer gleich der Resonanzfrequenz $\omega_0(L_S)$ ist. Bei der Passage der Münze M an der Spule S vorbei ändert sich auch deren Widerstand R_S . Da der Seriersonanzkreis RLC bei Resonanz die ohmsche Impedanz $Z_S = R_S$ aufweist und da die Spannung $U_3(t)$, die der Erregung des Seriersonanzkreises RLC dient, eine periodische Spannung mit konstanter Amplitude ist, ist der durch den Seriersonanzkreis RLC fliessende Strom $i(t)$ und damit die Amplitude der Spannung $U_1(t)$ am Ausgang des Differenzverstärkers 18 direkt ein Mass für den Widerstand R_S der Spule S. Die Auswertung des Signales $U_1(t)$ erfolgt nun wie vorgängig beschrieben durch den Mikroprozessor 15.

Die Frequenz ω der am Ausgang des zweiten Inverters 25 vorhandenen Rechteckspannung $U_2(t)$ ist auf einfache, nicht dargestellte Weise bestimmbar, beispielsweise mit einem Zählbaustein, der entsprechend dem zeitlichen Verlauf der Amplitude der Spannung $U_1(t)$ vom Mikroprozessor 15 zum Zählen freigebbar ist, während die Münze M die Spule S bedeckt. Die so bei der Spule 9 oder bei der Spule 10 bestimmten Frequenzen ω_1 bzw. ω_2 entsprechen den Resonanzfrequenzen beim Durchgang der Münze M und stellen eine dritte und vierte charakteristische Grösse K_3 bzw. K_4 dar, die als weitere Entscheidungskriterien für die Annahme oder Zurückweisung der Münze M dienen können.

Mit der beschriebenen Einrichtung sind die Grössen K_1 und K_2 und damit die Legierungszusammensetzung und die Dicke d der Münze M mit einer Genauigkeit bestimmbar, die ausreicht, um eine Vielzahl von Münzen M unterscheiden zu können. Um die Betrugsmöglichkeit auszuschliessen, dass mit einer Münze M1 kleiner Dicke d oder mit einem dünnen metallischen Plättchen eine Münze M2 einer bestimmten Legierung und grösserer Dicke d vorgetäuscht werden kann, in dem der Abstand der Münze M1 oder des metallischen Plättchens von der Spule 9 absichtlich vergrössert wird, beispielsweise durch Einschieben einer nichtmetallischen Schicht zwischen die Münze M1 und die Spule 9, genügt es festzustellen, ob die Resonanzfrequenz $\omega_0(L_2)$ der Spule 9 während des Durchganges der Münze M grösser oder kleiner als bei Abwesenheit einer Münze ist. Das Vorzeichen der Änderung der Resonanzfrequenz $\omega_0(L_2)$ der Spule 9 dient somit mit Vorteil als weiteres Entscheidungskriterium für die Annahme oder Zurückweisung der Münze M. Eine genaue Bestimmung der Resonanzfrequenz $\omega_0(L_2)$ bei Anwesenheit der Münze M ist nicht erforderlich.

Die Anordnung der Spule 9 bzw. 10 im Seriersonanzkreis RLC bietet den Vorteil, dass eine die Legierungszusammensetzung charakterisierende Grösse bzw. die Dicke d charakterisierende Grösse mit einer einfach aufgebauten Schaltung bestimmbar ist, welche die Dämpfung des Seriersonanzkreises RLC bei Anwesenheit der Münze M misst. Der Seriersonanzkreis RLC stellt mithin ein besonders geeignetes Mittel dar, um die in der Spule S induzierte Widerstandsänderung zu messen. Damit sind auch Münzen erkennbar, die bei Verwendung eines Parallelresonanzkreises keine oder eine ungenügende Signaländerung ergeben, wenn sich die Änderungen der Induktivität L_S und des Widerstandes R_S gegenseitig kompensieren.

Die Induktivität L_S der Spule S und der Wert des kapazitiven Elementes C sind so gewählt, dass die Resonanzfrequenz $\omega_0(L_S)$ des Schwingkreises RLC im Bereich von 50 bis 200 kHz liegt, wobei ein typischer Wert 90 kHz ist. Bei diesen Frequenzen ist die Eindringtiefe des von der Spule S erzeugten Magnetfeldes in die Münze M ausreichend gross, so dass die materialmässige Zusammensetzung der Münze M genügend selektiv bestimmbar ist.

Schwankungen des Pegels der den Resonanzkreis RLC erregenden Spannung $U_3(t)$, die z.B. von Schwankungen der Betriebsspannung, die der Energieversorgung der Schaltung 14 dient, herrühren, haben keinen Einfluss auf die Grössen P_1 und P_2 , da diese ein Verhältnis von zwei unmittelbar aufeinanderfolgenden Widerstandsmessungen darstellen.

Die Inverter 24 und 25 können beispielsweise Inverter des bekannten Typs 4007 sein. Bei einer besonderen Ausführungsform der Schaltung 14 ist wenigstens einer der Inverter 24 oder 25 durch einen NAND- oder einen NOR-Baustein mit einem zusätzlichen Eingang ersetzt, wobei der zusätzliche Eingang mit einem Ausgang des

Mikroprozessors 15 verbunden ist. Über das logische Potential an diesem Ausgang des Mikroprozessors 15 ist die Schaltung 14 auf einfache Weise ein- und ausschaltbar. Die Schaltung 14 ist somit bedarfsgerecht nur gerade zur Prüfung einer Münze M kurzzeitig einschaltbar. Der Ersatz beider Inverter 24 und 25 durch einen NAND- oder einen NOR-Baustein bietet den Vorteil, dass die Schaltung 14 im ausgeschalteten Zustand äusserst wenig Energie benötigt.

Die Fig. 6 zeigt nur ein Beispiel einer elektronischen Schaltung 14, welche zur Erfassung der Änderung des Widerstandes R_S der Spule S mittels eines Seriersonanzkreises RLC geeignet ist. In der Fachliteratur sind unzählige weitere Beispiele von elektrischen Beschaltungen des Seriersonanzkreises RLC zu finden, welche den Seriersonanzkreis RLC mit einer Spannung oder einem Strom erregen.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Prüfung der Echtheit von Münzen (M), Jetons oder anderen flachen metallischen Gegenständen, mit einem Münzkanal (1) mit einer unteren (4) und einer oberen (5) Seitenwand, wobei der Münzkanal (1) gegenüber der Vertikalen (V) um einen vorbestimmten Winkel geneigt ist und sich die Münze (M) im Idealfall auf der unteren Seitenwand (4) aufliegend entlangbewegt, mit zwei entlang des Münzkanals (1) angeordneten induktiven Sensoren, einer elektronischen Schaltung (14) und mit einer Steuer- und Auswerteeinheit (15), **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste induktive Sensor eine an der unteren Seitenwand (4) angebrachte Spule (9) ist, dass der zweite induktive Sensor eine an der oberen Seitenwand (5) angebrachte Spule (10) ist und dass Mittel (13, 14) vorgesehen sind, um die beiden Spulen (9, 10) elektrisch unabhängig zu betreiben.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf der den Spulen (9, 10) gegenüberliegenden Seitenwand (5, 4) je ein metallisches Plättchen (11, 12) angebracht ist.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektronische Schaltung (14) eingerichtet ist zur Messung des zeitlichen Verlaufs des ohmschen Widerstandes $R_9(t)$ bzw. $R_{10}(t)$ der beiden Spulen (9, 10) beim Durchgang einer Münze (M), dass die Steuer- und Auswerteeinheit (15) den grössten Wert des Widerstandes $R_9(t)$ der ersten Spule (9) als Wert K_1 bestimmt, dass die Steuer- und Auswerteeinheit (15) die lokalen Maxima (m_1, m_2) des von der zweiten Spule (10) angenommenen Widerstandes $R_{10}(t)$ bestimmt und den grösseren der beiden Werte (v_1, v_2) der beiden Maxima (m_1, m_2) als Wert K_2 bestimmt und dass die Werte K_1 und K_2 oder die Werte K_1 und $H_2=K_1+K_2$ zur Entscheidung für die Annahme oder Zurückweisung der Münze (M) dienen.
4. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektronische Schaltung (14) eingerichtet ist zur Messung des zeitlichen Verlaufs des ohmschen Widerstandes $R_9(t)$ bzw. $R_{10}(t)$ der beiden Spulen (9, 10) beim Durchgang einer Münze (M), dass die Steuer- und Auswerteeinheit (15) den grössten Wert des Widerstandes $R_9(t)$ der ersten Spule (9) als Wert K_1 bestimmt, dass die Steuer- und Auswerteeinheit (15) die lokalen Maxima (m_1, m_2) des von der zweiten Spule (10) angenommenen Widerstandes $R_{10}(t)$ bestimmt und den grösseren der beiden Werte (v_1, v_2) der beiden Maxima (m_1, m_2) als Wert K_2 bestimmt, dass die Steuer- und Auswerteeinheit (15) den Innenwiderstand r_1 der ersten Spule (9) und den Innenwiderstand r_2 der zweiten Spule (10) unmittelbar vor oder nach dem Durchgang der Münze (M) bestimmt und dass die Werte $P_1=r_1/K_1$ und $P_2=r_2/K_2$ oder die Werte P_1 und $I_2=P_1+P_2$ zur Entscheidung für die Annahme oder Zurückweisung der Münze (M) dienen.
5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spulen (9, 10) zur Messung des Widerstandes in einem Seriersonanzkreis (RLC) angeordnet sind.
6. Einrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektronische Schaltung (14) einen Differenzverstärker (18) und eine Verstärkerschaltung (22) umfasst, wobei der Ausgang des Differenzverstärkers (18) über einen Widerstand (21) auf den invertierenden Eingang (19) und über die Verstärkerschaltung (22) auf den nicht invertierenden Eingang (20) rückgekoppelt ist und wobei die Verstärkerschaltung (22) den Seriersonanzkreis (RLC) erstens beim Einschalten der elektronischen Schaltung (14) zum Schwingen bringt und zweitens eine amplitudenstabilisierte Spannung ($U_3(t)$) zur Erregung des Seriersonanzkreises (RLC) zur Verfügung stellt.
7. Einrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verstärkerschaltung (22) zwei in Reihe geschaltete Inverter (24, 25) oder NAND- oder NOR Bausteine aufweist.
8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass Mittel vorgesehen sind, um beim Durchgang der Münze (M) das Vorzeichen der Änderung der Resonanzfrequenz ($\omega_0(L_2)$) in der ersten Spule (9) zu bestimmen und dass dieses Vorzeichen als weiteres Entscheidungskriterium für die Annahme oder Zurückweisung der Münze (M) dienen.

sung der Münze (M) dient.

9. Einrichtung zur Prüfung der Echtheit von Münzen (M), Jetons oder anderen flachen metallischen Gegenständen, mit einem Münzkanal (1) mit einer unteren (4) und einer oberen (5) Seitenwand, wobei die untere Seitenwand (4) in Laufrichtung der Münze mit Rippen (7) versehen ist, der Münzkanal (1) gegenüber der Vertikalen (V) um einen vorbestimmten Winkel geneigt ist und sich die Münze (M) im Idealfall auf den Rippen (7) der unteren Seitenwand (4) aufliegend entlangbewegt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Krümmungsradius (R) der Rippen (7) wenigstens halb so gross wie der Abstand (a) benachbarter Rippen (7) ist.
10. Einrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Krümmungsradius (R) der Rippen (7) etwa vergleichbar dem Abstand (a) benachbarter Rippen (7) ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

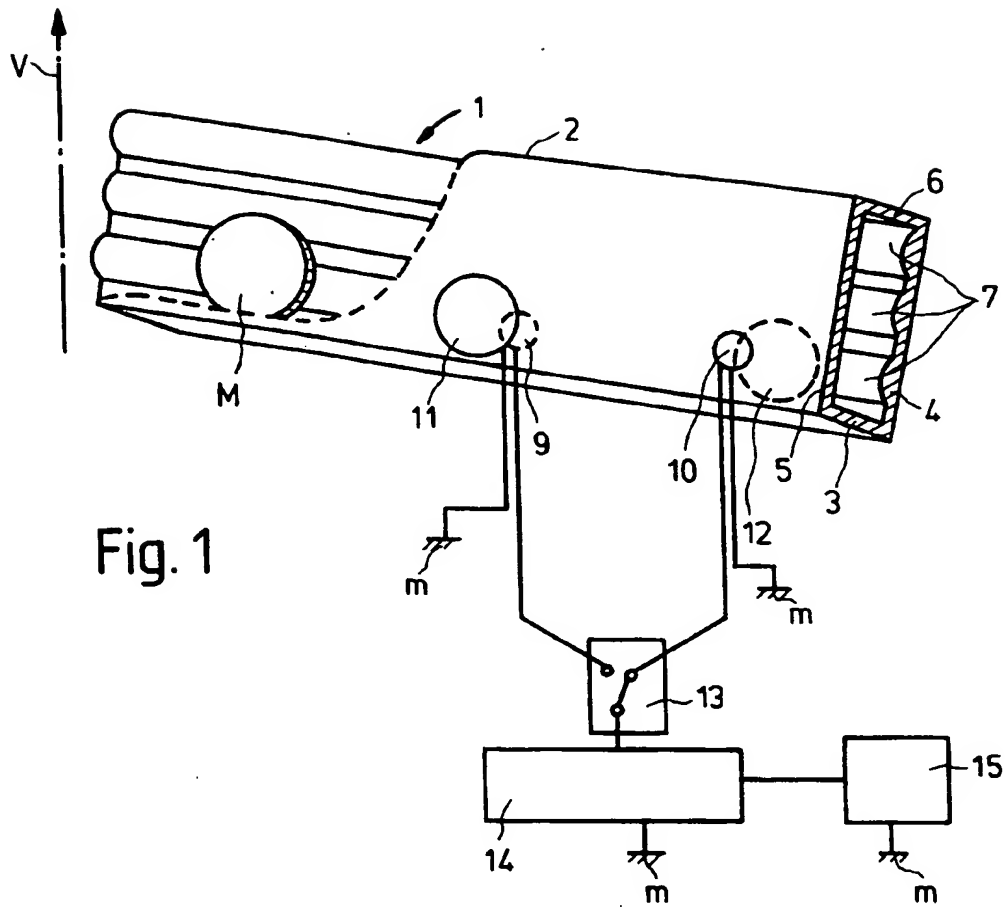


Fig. 2

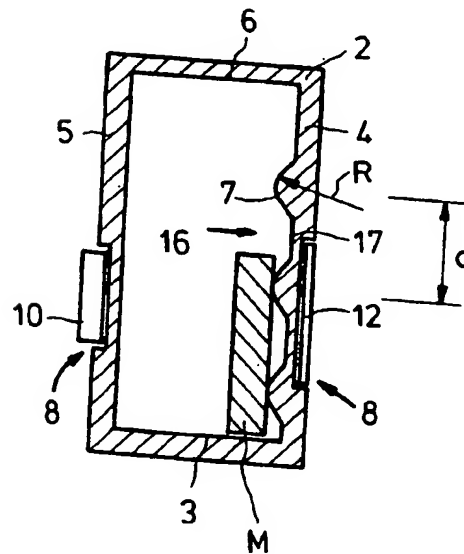


Fig.3

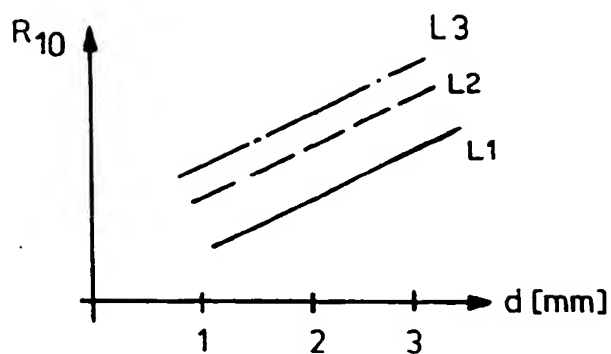


Fig.4

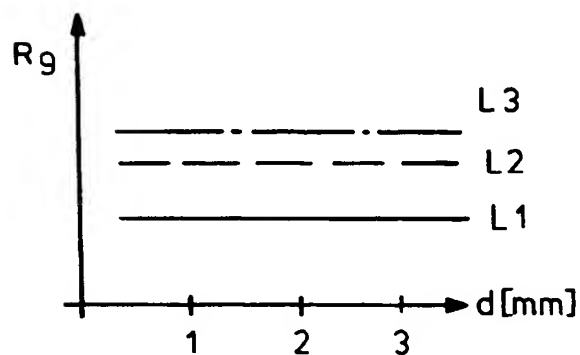
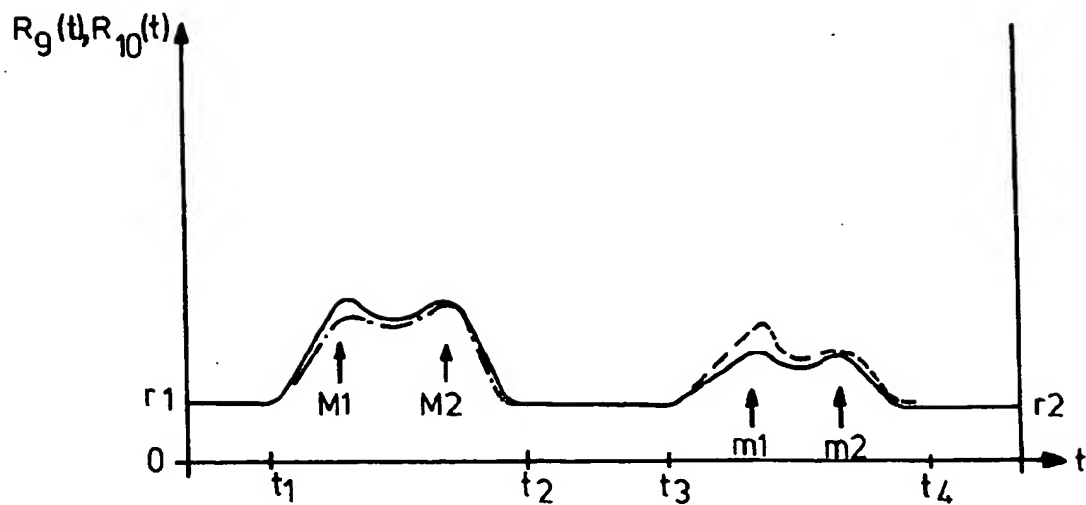
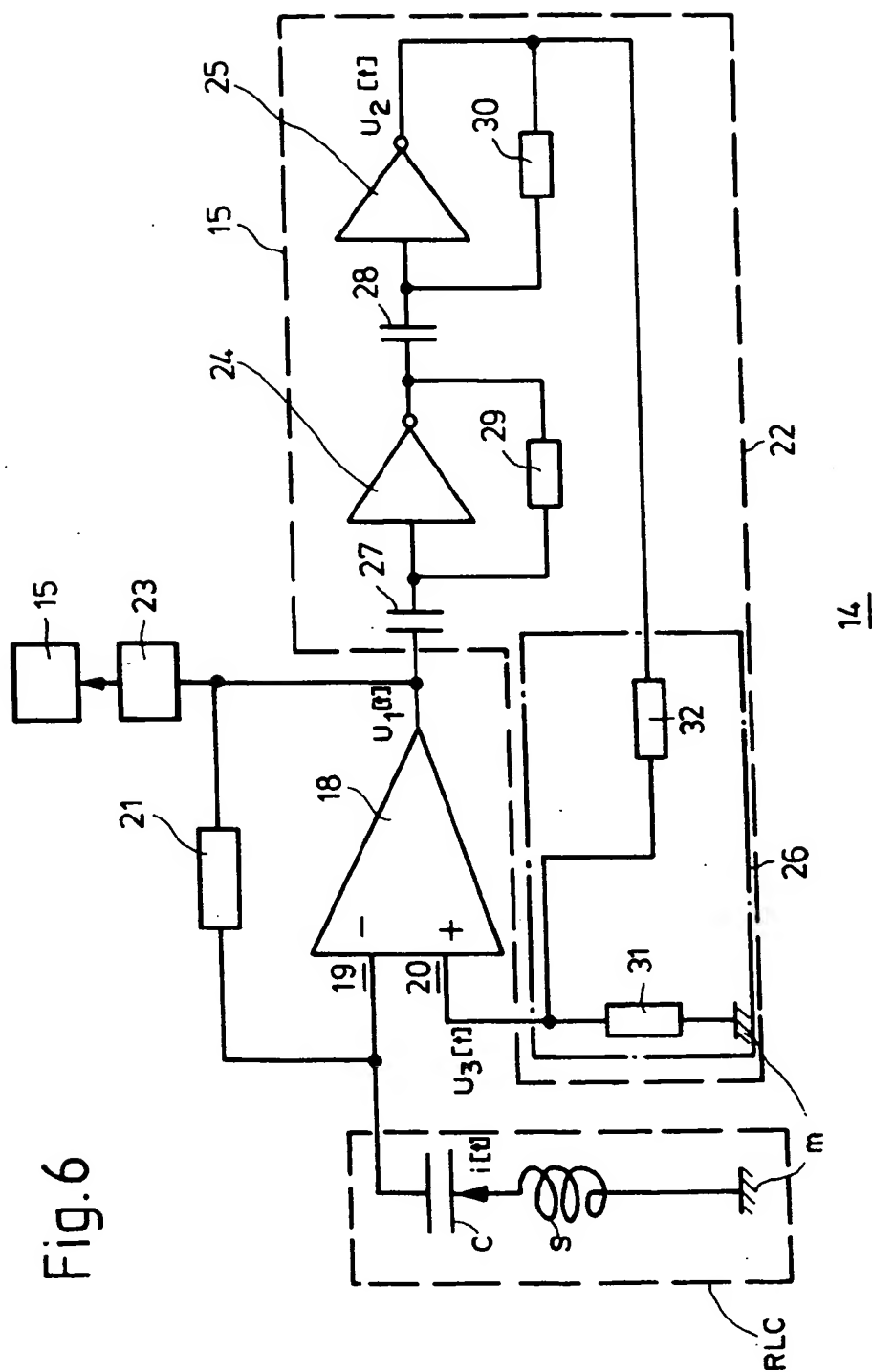


Fig.5



11





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 95 81 0150

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der möglichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X A	EP-A-0 213 283 (AUTELCA) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3,6 * * Spalte 10, Zeile 5 - Seite 11, Zeile 44 *	1 3-5	G07F3/02 G07D5/02 G07D5/08
X A	GB-A-2 211 337 (GN TELEMATIC) * Zusammenfassung; Abbildungen * * Seite 9, Zeile 10 - Seite 13, Zeile 19 *	1 2-7	
A	GB-A-2 169 429 (COIN CONTROLS) * Zusammenfassung; Ansprüche; Abbildungen * * Seite 1, Zeile 47 - Zeile 112 * * Seite 2, Zeile 100 - Seite 3, Zeile 19 *	1,5	
A,D	DE-A-30 07 484 (LÖWEN-AUTOMATEN) * Seite 8, Absatz 2; Abbildungen *	9,10	
A	US-A-4 234 071 (SON LE-HONG) * Zusammenfassung; Ansprüche; Abbildungen * * Spalte 1, Zeile 64 - Spalte 2, Zeile 20 *	1,3-5	
A	EP-A-0 202 378 (MATSUSHITA)		
A	EP-A-0 146 251 (MARS)		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschließdatum der Recherche 20. Dezember 1995	Prüfer David, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 150 (01.12.1994)